

**Силабус курсу «Основи сучасної електроніки»
2020–2021 н.р.**

Назва курсу	Основи сучасної електроніки
Адреса викладання дисципліни	вул. Драгоманова, 19, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	фізичний факультет, кафедра загальної фізики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки / 104 Фізика та астрономія
Викладачі дисципліни	доцент кафедри загальної фізики, к.ф.-м.н. Фтомин Назар Євгенійович
Контактна інформація викладачів	nazar.ftomyn@lnu.edu.ua , nazar.ftomyn@gmail.com
Консультації з дисципліни відбуваються	Консультації в день проведення лекцій та лабораторних занять (за попередньою домовленістю). Можливі також он-лайн консультації через електронну пошту.
Сторінка курсу	https://physics.lnu.edu.ua/course/osnovy-suchasnoji-elektroniky-fizyka
Інформація про дисципліну	Навчальна дисципліна „Основи сучасної електроніки” знайомить студентів із методами опису та перетворення радіосигналів, фізичними основами сучасної радіоелектроніки та основними дискретними елементами. Значна увага зосереджена на їхньому використанні під час фізичних досліджень. Їхнє вивчення під час лекційних та лабораторних занять дає змогу опанувати знання з радіоелектроніки, які є фундаментом для різних галузей науки і техніки. Лабораторний практикум з курсу „Основи сучасної електроніки” для студентів фізичного факультету є важливим фундаментом для набуття навиків роботи з радіоелектронною апаратурою, дає відомості про сучасну елементну базу та основні методи вимірювань в електроніці, закладає передумови для самостійної наукової роботи.
Коротка анотація дисципліни	Програма навчальної дисципліни складається з трьох змістових модулів: 1. Описи сигналів в електроніці. 2. Елементи напівпровідникової електроніки. 3. Опто-, інтегральна та мікроелектроніка.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни „Основи сучасної електроніки” є ознайомлення студентів із методами опису та перетворення радіосигналів, фізичними основами сучасної радіоелектроніки та основними дискретними елементами. Значна увага зосереджена на їхньому використанні під час фізичних досліджень. Їхнє вивчення під час лекційних та лабораторних занять дає змогу опанувати знання з радіоелектроніки, які є фундаментом для різних галузей науки і техніки.
Література для вивчення дисципліни	Основна література: 1. Левитський С.М. Основи радіоелектроніки : підручник / С.М. Левитський. – КНУТШ. – К : Київський університет, 2007. – 456 с. 2. Сисоєв В.М. Основи радіоелектроніки : підручник / В.М.

	<p>Сисоєв. – К. : Техніка, 2001. – 224 с.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Horowitz P., Hill W. The Art Of Electronic / P. Horowitz, W. Hill. – Cambridge University Press, 2015. – P. 1225. 4. Бучковський І.А. Електроніка. Ч.1. Напівпровідникові прилади / І.А. Бучковський. – Чернівці : Пута, 2006. – 144 с. 5. Ifeavor E.C. Digital Signal Processing / E.C. Ifeavor, B.W. Jervis. – Prentice Hall, 2002. – P. 925. 6. Kester W. Analog-Digital Conversion / W. Kester. – Analog Devices, 2004. – P. 1138. 7. Terrell D. OP AMPS. Design, Application, and Troubleshooting / D. Terrell. – Elsevier Science, 1996. – P. 505. 8. Готра З. Ю. Фізичні основи електронної техніки / З. Ю. Готра, І. Є. Лопатинський, Б. А. Лукіянець, З. М. Микитюк, І. В. Петрович. – Львів : Бескид Біт, 2004.– 880 с. 9. Болеста І.М. Теорія електромагнітного поля : навчальний посібник / Болеста І.М. – Львів, ЛНУ імені Івана Франка, 2013 – 478 с. 10. Корчак Ю. Оптоелектронна інформатика. Том 1. Основні принципи та прилади: навчальний посібник / Ю. Корчак, Ю. Фургала, С. Рихлюк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 312 с. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кичак, В. М. Основи радіоелектроніки : навчальний посібник / В. М. Кичак, Ю. В. Крушевський, Д. В. Гаврілов. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 368 с. 2. Медведенко Б.І. Основи електроніки: Навчальний посібник на базі програми схемотехнічного моделювання «MULTISIM» /Б.І.Медведенко, Л.В. Коломієць, В.П. Квасніков.– К., 2015.– 370 с. 3. Ю.Я. Бобало. Основи теорії електронних кіл / Ю.Я. Бобало, Б.А. Мандзій, П.Г. Стахів, Л.Д. Писаренко, Ю.І. Якименко; За ред. проф. Ю.І. Якименка. – Київ: Видавництво Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, 2011. – 332 с 4. Любунь З. Радіотехнічні кола і сигнали. Навчально- методичні вказівки / З. Любунь, Ю. Мочульський. – Львів, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2000. – 50 с. 5. Любунь З. Основи радіоелектроніки. Частина 1, Лабораторний практикум / З. Любунь, Ю. Мочульський. – Львів, Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 74 с. <p>Наукові статті у періодичних виданнях за тематикою дисципліни.</p>
Тривалість дисципліни	один семестр
Обсяг дисципліни	120 год, з яких 64 год аудиторних занять, з них 32 год лекцій, 32 год лабораторних занять та 56 год самостійної роботи
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде: - знати сучасний стан і перспективи розвитку радіоелектроніки; основні поняття, визначення та функціональні можливості елементів радіоелектроніки; характеристики електровимірю-

	<p>вальних приладів, правила їхнього ввімкнення; принципи роботи та основні характеристики напівпровідникових приладів: транзисторів, операційних підсилювачів; принципи роботи та основні характеристики оптоелектронних приладів; принципи роботи цифрової техніки;</p> <ul style="list-style-type: none"> • вміти застосовувати теоретичні знання на практиці; досліджувати основні характеристики електронних елементів (діодів, транзисторів, тиристорів) та пристроїв (підсилювачів, генераторів, стабілізаторів); розраховувати параметри лінійних електричних схем побудованих за принципом чотириполюсника; визначати основні характеристики електровимірювальних приладів, принципи дії та область застосування; використовувати інтернет-ресурси для пошуку інформації з радіоелектроніки.
Ключові слова	Сигнал, чотириполюсник, модуляція, біполярні та польові транзистори, операційний підсилювач, оптоелектроніка, шуми, інтегральна мікросхема
Формат дисципліни	очний
	проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль, форма	залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань із загальних курсів з фізики, математичного аналізу, методів розв'язування диференціальних та інтегральних рівнянь, базових знань з теорії функцій комплексної змінної.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	лекції, презентації (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • лабораторні заняття: 60 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 60; • контрольні заміри (тест): 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30; • опитування на лекційних заняттях: 10 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів 10.
Питання до модульних контролів (замірів знань)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вступ. Предмет курсу. Радіоелектроніка та її складові частини. Коротка історія розвитку радіоелектроніки. Радіохвилі та їхнє генерування, діапазони радіохвиль. Швидкість передачі інформації. Формула Шеннона. 2. Аналогові та дискретні сигнали та їх класифікація. Теорема Котельникова. Частота Найквіста. Періодичні і неперіодичні сигнали. Ряд Фур'є, інтеграл Фур'є. 3. Лінійні стаціонарні системи та їх характеристики. Поняття про цифрову обробку сигналів. 4. Комплексні амплітуди струмів та напруг. Чотириполюсники. Па-

- раметри чотириполосників, зв'язок між ними.
5. Електричні частотні фільтри, їхня класифікація. Цифрові фільтри.
 6. Модуляція сигналу. Види модуляції: аналогова, цифрова, імпульсна. Застосування модуляції.
 7. Напівпровідники – основа сучасної електроніки. Провідність напівпровідників. Дрейфовий і дифузійний струми. Інжекція неосновних носіїв.
 8. Вольт-амперна характеристика р–п-переходу. Рівняння Шоклі. Зворотній струм. Бар'єрна ємність. Варіації. Напівпровідникові діоди. Випростувачі, детектори, спеціальні діоди. Стабілітрони. Контакт метал-напівпровідник. Діоди Шотткі.
 9. Біполярні транзистори. Взаємодія двох р–п-переходів. р–п–р- та п–р–п-транзистори. Схема вмикання. Коефіцієнти передачі струму. Вхідна та вихідні статичні характеристики транзисторів. Динамічні характеристики. Класифікація біполярних транзисторів. Підсилювач на біполярному транзисторі.
 10. Польові транзистори (ПТ). Класифікація ПТ. Будова ПТ з керуваним р–п-переходом та з ізольованим затвором. Вхідні характеристики. Початковий струм. Порогова напруга. Вихідні характеристики. Лінійна частина. Ділянка насичення. Опір каналу. Крутизна. Основні схеми на ПТ. Джерело струму. Підсилювач. Витоковий повторювач. Змінний резистор. Аналогові ключі.
 11. Операційні підсилювачі. Визначення операційного підсилювача (ОП). Еквівалентна схема. Диференціальний і синфазний сигнали. Ідеальний ОП. Параметри реальних ОП: коефіцієнт підсилення, напруга зміщення, вхідний струм, коефіцієнт послаблення синфазного сигналу. Інвертуючий підсилювач. Неінвертуючий підсилювач. Повторювач сигналу. Застосування ОП. Диференціальний підсилювач. Інструментальний підсилювач. Компаратор. Суматор сигналів. Інтегратор і диференціатор. Гіратор.
 12. Умови збудження генератора. Баланс амплітуд. Баланс фаз. Генератори з коливальним контуром: на польовому транзисторі, на тунельному діоді. RC-генератори. Міст Віна, генератор на ОП. Генератори релаксаційних коливачів: пілкоподібної напруги, мультівібратор, тригер Шмітта.
 13. Оптикоелектроніка та її місце в сучасній науці і техніці. Визначення, складові частини ОЕ. Інжекційна люмінесценція. Випромінювальна рекомбінація. Світлодіоди (СД) з матеріалів АІІВV. Довжина хвилі випромінювання СД. Ширина спектру. Вольт-амперна характеристика. Внутрішня і зовнішня квантова ефективність. Використання гетероструктур. Конструкції СД. Використання СД.
 14. Фотодетектори. Внутрішній і зовнішній фото ефекти. Поглинання світла. Квантова ефективність. Фотодіоди. Принцип дії, фотодіодний та фотогальванічний режими роботи, схеми вмикання. Основні характеристики та параметри. Оптрони. Переваги оптрона як елемента зв'язку. Оптимальні оптопари. Функція передачі оптрона. Коефіцієнт передачі за струмом. Класифікація оптронів. Оптопари. Оптичні інтегральні схеми. Спеціальні оптрони. Конструкції оптронів. Оптрони з керованим та відкритим оптичним каналом. Використання оптронів.

	<p>15. Шуми в електроніці. Спектри шумів. Розподіл Гауса і Пуассона. Автокореляційна функція. Теплові шуми. Білий шум. Шумова смуга частот. Дробовий шум. Генераційно-рекомбінаційний шум. Фліккер-шум. Рожевий, червоний і синій шуми. Методи фільтрації сигналу на тлі шумів.</p> <p>16. Мікро- і наноелектроніка. Гібридні та напівпровідникові інтегральні схеми (ІС). Цифрові, аналогові, аналого-цифрові ІС. Ступінь інтеграції. Технологічний процес виготовлення ІС. Фотолітографія, роздільна здатність. Елементи наноелектроніки. Елементи цифрової техніки. Основні логічні операції. Базові елементи ТТЛ та КМОН. Найпростіші цифрові інтегральні схеми.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «**Основи сучасної електроніки**»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1, 2	Вступ. Предмет курсу. Опис аналогових та цифрових сигналів.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
3,4	Проходження сигналів лінійними системами. Чотириполюсники.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
5, 6	Електричні частотні фільтри. Модуляція сигналу.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
7, 8	Електричні властивості напівпровідників. Властивості р-п-переходу. Діоди.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
9, 10	Біполярні транзистори. Польові транзистори.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 4 год, самостійна робота – 6 год.		2 тижні
11,12	Операційні підсилювачі. Генератори коливачів.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 7 год.		2 тижні
13, 14	Оптоелектроніка. Фотодетектори. Оптрони.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.		2 тижні
15, 16	Шуми в електроніці. Мікро- і наноелектроніка.	Лекції – 4 год, лаб. заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год.		2 тижні